



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 198 40 572 A 1**

51 Int. Cl.⁷:
F 16 D 48/06
B 60 K 41/22
// F16H 61/06

21 Aktenzeichen: 198 40 572.3
22 Anmeldetag: 5. 9. 1998
43 Offenlegungstag: 16. 3. 2000

DE 198 40 572 A 1

71 Anmelder:
ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen, DE

72 Erfinder:
Dreibholz, Ralf, 88074 Meckenbeuren, DE;
Vohmann, Martin, 88097 Eriskirch, DE; Foth,
Joachim, 88239 Wangen, DE

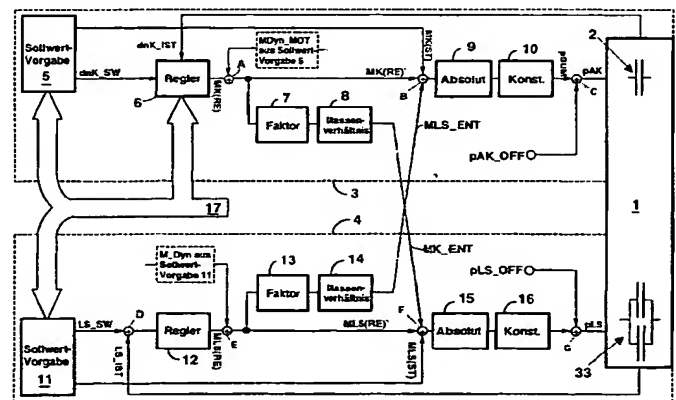
56 Entgegenhaltungen:
DE 29 23 986 C2
WO 9 01 431
DE-B.: Regelungstechnik, O. FÖLLINGER, Hüthig-
Verlag Heidelberg, 6.Aufl. 1990, S.370ff.;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Einrichtung zum Steuern und Regeln einer Kupplung

57 Für eine Kupplung (2) in einem Kraftfahrzeugantrieb wird ein Verfahren und eine Einrichtung vorgeschlagen, bei dem diese während drei Fahrzuständen mittels eines ersten Regelkreises (3) gesteuert und geregelt wird. Die Regelgröße entspricht hierbei dem Istwert einer Differenzdrehzahl der Kupplung (2). Der erste Zustand entspricht einem Anfahrvorgang, der zweite Zustand dem Fahren mit konstanter Übersetzung und der dritte Zustand liegt dann vor, wenn eine Lastschaltung bzw. eine Verstellung der Übersetzung von einer ersten in eine zweite Übersetzungsstufe eines Automatgetriebes (1) initiiert wird.



DE 198 40 572 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum Steuern und Regeln einer Kupplung in einem Kraftfahrzeugantrieb, bei dem ein elektronisches Steuergerät mittels eines Regelkreises das Verhalten der Kupplung bestimmt.

Unter Kupplung im Sinne der Erfindung ist eine Anfahrkupplung zu verstehen. Hierunter fallen Kupplungen, die zwischen einer Brennkraftmaschine und einem Automatgetriebe angeordnet sind, Wandlerüberbrückungskupplungen als auch im Automatgetriebe integrierte Kupplungen, die sowohl zum Anfahren als auch als Schaltkupplung verwendet werden können.

Ein Verfahren zum Steuern einer Anfahrkupplung ist z. B. aus der DE 44 09 122 A1 bekannt. Die Anfahrsteuerung besteht hierbei aus zwei Phasen. In einer ersten Phase wird die Eingangsdrehzahl der Kupplung auf eine Soll-Drehzahl hingeführt, wobei die Soll-Drehzahl aus der Leistungsvorgabe des Fahrers bzw. dem Gradienten und einer Fahraktivität festgelegt wird. In der zweiten Phase wird die Differenz der Eingangs- zur Ausgangsdrehzahl der Kupplung nach einem Sollwert-Verlauf auf Null reduziert.

Aus der DE 39 37 976 A1 ist ein Verfahren zur Regelung einer Kupplung bekannt, die zur Schwingungsentkopplung dient. Der Schlupf der Kupplung wird hierbei in Abhängigkeit einer am Getriebeausgang ermittelten Drehungleichförmigkeit verändert. Aus der EP 0 214 989 B2 wiederum ist es bekannt, eine im Automatgetriebe integrierte Kupplung als Anfahrlement zu verwenden.

Ausgehend vom zuvor beschriebenen Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, diesen im Hinblick auf die Mehrfachnutzung einer einzigen Kupplung in Verbindung mit einem Automatgetriebe weiterzuentwickeln.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Von Vorteil hierbei ist, daß zur Steuerung und Regelung der Kupplung während drei Fahrzuständen ausschließlich ein einziger Regelkreis verwendet wird. Die Regelgröße entspricht dem Istwert der Differenzdrehzahl der Kupplung. Die drei Fahrzustände entsprechen hierbei einem Anfahrvorgang als erstem Zustand, dem Fahren mit konstanter Übersetzung als zweitem Zustand und einem dritten Zustand, der dann vorliegt, wenn entweder eine Lastschaltung oder eine Verstellung der Übersetzung von einer ersten in eine zweite Übersetzungsstufe eines Automatgetriebes initiiert wird, wobei die Lastschaltung vorteilhafterweise in einem automatisch lastschaltbaren Stufengetriebe und die Verstellung der Übersetzung in einem automatischen Stufengetriebe mit Zugkraftunterbrechung beim Schalten für ein Kraftfahrzeug verwendet wird.

Bei einer Lastschaltung im Sinne einer Überschneidungsschaltung bestimmt ein eigener Regelkreis, nachfolgend als zweiter Regelkreis bezeichnet, das Verhalten der zu- und abschaltenden Kupplungen. Ein derartiges Verfahren ist z. B. aus der DE 44 24 456 A1 bekannt. Während der Lastschaltung kommt es aufgrund der zu verzögernden bzw. zu beschleunigenden rotatorischen Massen zu einer Beeinflussung der Kupplung. Für diesen Fall, also dem dritten Zustand, wird gemäß Anspruch 2 vorgeschlagen, daß der erste und zweite Regelkreis über ein Entkopplungsnetzwerk miteinander verbunden sind, wobei das Entkopplungsnetzwerk einen ersten und zweiten Signalweg aufweist. Wie bei Anspruch 4 ausgeführt, wirkt der zweite auf den ersten Regelkreis während der Lastschaltung ausschließlich in der Lastübernahme-, Gradienteneinstell-, Gleit-, Gradientenabbau- und Schließphase. Über das Entkopplungsnetzwerk wird somit

der Vorteil erzielt, daß die beiden Regler sich in ihrer Wirkung nicht gegenseitig beeinflussen.

Für alle drei Zustände wird der Sollwert der Differenzdrehzahl der Kupplung aus der Addition eines Sollwert-Offset und einer gangabhängigen Differenzdrehzahl der Kupplung ermittelt. Die gangabhängige Differenzdrehzahl wird hierbei gemäß Anspruch 13 für einen Anfahrang des Automatgetriebes über ein erstes Kennfeld bestimmt. Die gangabhängige Differenzdrehzahl für Nicht-Anfahrangänge, z. B. der fünfte Gang, des Automatgetriebes wird, wie in Anspruch 14 beschrieben, über zweite Kennfelder bestimmt. Sowohl das erste als auch die zweiten Kennfelder zeigen jeweils eine Zuordnung von Leistungsvorgabe des Fahrers und Abtriebsdrehzahl der Kupplung. Die Umschaltung zwischen dem ersten und einem zweiten Kennfeld erfolgt während der Lastschaltung des Automatgetriebes.

Die zweiten Kennfelder sind hierbei gemäß Anspruch 17 derart gestaltet, daß sich bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit kleiner einem Grenzwert ein erhöhter Sollwert der Drehzahldifferenz ergibt. Hierdurch wird ein aktiver Abwürgeschutz für Nicht-Anfahrangänge, also z. B. dem vierten und fünften Gang, erzielt.

Die Erfindung ist nachstehend anhand des in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels für eine Lastschaltung erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Übersicht des ersten und zweiten Regelkreises;

Fig. 2 Funktionsblock Sollwert-Vorgabe;

Fig. 3 Funktionsblock Regler;

Fig. 4 erstes Kennfeld für Anfahrangänge;

Fig. 5 zweites Kennfeld für Nicht-Anfahrangänge;

Fig. 6 Sollwert Differenzdrehzahl Lastschaltung über der Zeit;

Fig. 7 Sollwert Differenzdrehzahl gangabhängig über der Zeit und

Fig. 8 Sollwert Differenzdrehzahl Kupplung über der Zeit.

Fig. 1 zeigt eine Übersicht der beiden Regelkreise. Mit Bezugszeichen 3 ist der erste Regelkreis zur Steuerung und Regelung der Kupplung 2 bezeichnet. Mit Bezugszeichen 4 ist der zweite Regelkreis zur Steuerung und Regelung der Lastschaltung eines Automatgetriebes 1 bezeichnet. Unter Lastschaltung im Sinne der Erfindung ist eine Überschneidungsschaltung zu verstehen. Bekanntermaßen öffnet während der Überschneidungsschaltung eine erste Kupplung, während eine zweite Kupplung schließt. In **Fig. 1** sind die beiden Kupplungen mit dem Bezugszeichen 33 dargestellt. Ein derartiges Verfahren ist aus der DE 44 24 456 A1 bekannt, die mit zum Offenbarungsgehalt dieser Anmeldung zählt. Unter Kupplung 2 im Sinne der Erfindung ist eine Anfahrkupplung zu verstehen. Diese kann dem Automatgetriebe 1 vorgeschaltet sein oder der Wandlerüberbrückungskupplung oder einer im Getriebe integrierten Kupplung entsprechen. Sowohl dem ersten als auch dem zweiten Regelkreis 3, 4 werden Eingangsgrößen 17 zugeführt. Eingangsgrößen 17 sind: das Signal der Leistungsvorgabe durch einen Fahrer, z. B. Drosselklappeninformation DKI bzw. deren Gradient, das Moment einer nicht dargestellten Brennkraftmaschine, welches das Automatgetriebe 1 antreibt und die Ein-/Ausgangsdrehzahl der Kupplung 2. Der erste Regelkreis 3 besteht aus den Blöcken: Sollwert-Vorgabe 5, Regler 6, Faktor 7, Massenverhältnis 8, Absolutwert 9 und Konstante 10. Die Sollwert-Vorgabe 5 liefert als Ausgangsgrößen den Sollwert der Differenzdrehzahl dnK_{SW} Kupplung 2 und das gesteuerte Moment $MK(ST)$ der Kupplung 2 sowie das dynamische Motormoment $MDYN_{MOT}$. Die innere Struktur der Sollwert-Vorgabe 5 wird in Verbindung

mit der Fig. 2 erklärt. Am Regler 6 liegen die Eingangsgrößen 17, der Sollwert dnK_SW der Differenzdrehzahl der Kupplung 2 sowie der Istwert dnK_IST der Differenzdrehzahl der Kupplung 2 an. Die innere Struktur des Reglers 6 wird in Verbindung mit der Fig. 3 erklärt. Ausgangsgröße des Reglers 6 ist das geregelte Moment $MK(RE)$ der Kupplung 2. Aus dem geregelten Moment $MK(RE)$ der Kupplung 2 und dem dynamischen Motormoment $MDYN_MOT$ ergibt sich das geregelte Summenmoment $MK(RE)'$, Summationspunkt A. Diese wird am Punkt B mit dem aus der Sollwert-Vorgabe 5 stammenden gesteuerten Moment $MK(ST)$ der Kupplung 2 und dem entkoppelnden Moment der Lastschaltung MLS_ENT summiert. Von dieser Summe wird mittels des Funktionsblocks 9 der Absolutwert gebildet und das Ergebnis mit einer Konstanten gewichtet, Funktionsblock 10. Ausgangsgröße ist ein summierter Druck $pSUM$. Diesem summierten Druck $pSUM$ wird am Summationspunkt C ein Druck-Offset pAK_OFF überlagert. Das sich hieraus ergebende Druckniveau pAK ist das auf die Kupplung 2 wirkende Druckniveau.

Der zweite Regelkreis 4 besteht aus: Sollwert-Vorgabe 11, Regler 12, Faktor 13, Massenverhältnis 14, Absolutwert 15 und Konstante 16. Der zweite Regelkreis 4 bestimmt den Ablauf der Lastschaltung. Eine Lastschaltung, d. h. eine Schaltung von einer ersten in eine zweite Übersetzungsstufe besteht für eine Zug-Hochschaltung aus folgenden Abschnitten: Schnellfüll-, Füllausgleichs-, Lastübernahme-, Gradienteneinstell-, Gleit-, Gradientenabbau- und Schließphase. Aus den Eingangsgrößen 17 bestimmt der Funktionsblock Sollwert-Vorgabe 11 den Sollwert LS_SW der Lastschaltung, das gesteuerte Moment $MLS(ST)$ der Lastschaltung und das dynamische Moment M_DYN . Der Sollwert LS_SW wird am Summationspunkt D mit dem Istwert LS_IST der Lastschaltung verglichen. Der Istwert LS_IST bestimmt sich aus Ausgangsgrößen des Automatgetriebes 1. Die sich ergebende Regelabweichung ist die Eingangsgröße des Reglers 12. Der Reglerausgangswert entsprechend dem geregelten Moment $MLS(RE)$ der Lastschaltung wird am Summationspunkt E zu dem dynamischen Moment M_DYN aus der Sollwert-Vorgabe 11 addiert. Hieraus ergibt sich das geregelte Summenmoment $MLS(RE)'$ der Lastschaltung. Dieses wird am Summationspunkt F zu dem gesteuerten Moment $MLS(ST)$ der Lastschaltung und zu dem entkoppelnden Moment der Kupplung MK_ENT addiert. Aus dem Ergebnis wird mittels des Funktionsblocks 15 der Absolutwert gebildet. Das Ergebnis wird sodann mit einer Konstanten im Funktionsblock 16 gewichtet. Diese Ausgangsgröße wird am Summationspunkt G mit einem Offset pLS_OFF beaufschlagt. Ergebnis ist der Druckwert pLS für die zuschaltende Kupplung 33 bei der Überschneidungsschaltung.

Der erste und zweite Regelkreis 3, 4 sind über ein Entkopplungsnetzwerk miteinander verbunden. Das Entkopplungsnetzwerk beinhaltet einen ersten Signalweg, in dem der Funktionsblock 7 und der Funktionsblock 8 angeordnet sind. Die Eingangsgröße des ersten Signalwegs ist das geregelte Summenmoment $MK(RE)'$. Dieses wird mit einem Faktor, Funktionsblock 7, multipliziert. Dieser Faktor wird aufgrund von Versuchen abgestimmt. Das Ergebnis hieraus wird im Funktionsblock 8 mit dem Massenverhältnis von Motor-Masse zu der Summe aus Motor-Masse und Getriebe-Masse gewichtet. Ausgangsgröße ist sodann das entkoppelnde Moment MK_ENT der Kupplung 2. Der zweite Signalweg des Entkopplungsnetzwerks weist die Funktionsblöcke 13 und 14 auf, deren Eingangsgröße ist das geregelte Summenmoment $MLS(RE)'$ der Lastschaltung. Ausgangsgröße des zweiten Signalwegs ist das entkoppelnde Moment der Lastschaltung MLS_ENT .

In Fig. 2 ist die innere Struktur der Sollwert-Vorgabe 5 dargestellt. Dieser werden die Eingangsgrößen 17 zugeführt. Im Funktionsblock 18, Sollwert-Management, wird aus den Eingangsgrößen Drehzahl der Brennkraftmaschine, Drosselklappeninformation DKI und Moment der Brennkraftmaschine ein Roh-Sollwert der Differenzdrehzahl der Kupplung 2 bestimmt. Dieser Wert wird sodann im Filter 19, üblicherweise als PT1-Glied mit Gradienten-Begrenzung ausgeführt, gefiltert. Eine Ausgangsgröße des Filters 19 ist der Sollwert dnK_SW der Differenzdrehzahl der Kupplung 2. Dieser Sollwert wird am Ausgang der Sollwert-Vorgabe 5 bereitgestellt. Eine weitere Ausgangsgröße des Filters 19 wird im Funktionsblock 20 mit dem Motorträgheitsmoment Θ -MOT und einem Faktor, Bezugszeichen 23A, verknüpft. Ausgangsgröße ist sodann das dynamische Moment der Brennkraftmaschine $MDYN_MOT$. Aus der Eingangsgröße Abtriebsdrehzahl der Kupplung nAB wird mittels des Funktionsblocks 21 der Winkelgeschwindigkeitsgradient $d\omega/dt$ ermittelt. Das Ergebnis wird im Funktionsblock 22 mit dem Motorträgheitsmoment Θ -MOT und der aktuellen Übersetzung des Automatgetriebes i multipliziert. Ausgangsgröße ist das dynamische Moment $MDYN_K$ an der Kupplung 2 während einer Lastschaltung. Hierbei gilt folgende Beziehung:

$$MDYN_K = \Theta_{MOT} \cdot i_1 \cdot d\omega/dt$$

bzw. in der Gleitphase:

$$MDYN_K = \Theta_{MOT} \cdot i_2 \cdot d\omega/dt$$

$MDYN_K$: dynamisches Moment Kupplung
 Θ -MOT: Trägheitsmoment Brennkraftmaschine
 i_1 : erste Übersetzungsstufe
 i_2 : zweite Übersetzungsstufe
 $d\omega/dt$: Gradient Winkelgeschwindigkeit Kupplung.

Am Summationspunkt E wird sodann dieses dynamische Moment der Kupplung 2 mit dem von der Brennkraftmaschine abgegebenen Moment $MMOT$ verknüpft. Das Ergebnis wird am Summationspunkt F zu dem zuvor berechneten dynamischen Moment der Brennkraftmaschine $MDYN_MOT$ addiert. Das Ergebnis wird im Funktionsblock 23 mit einem abstimmbaren Faktor gewichtet, dessen Ausgangsgröße das gesteuerte Moment $MK(ST)$ der Kupplung 2 ist.

In Fig. 3 ist die innere Struktur des Reglers 6 dargestellt. Diesem werden die Eingangsgrößen 17 sowie der Sollwert dnK_SW und der Istwert dnK_IST der Differenzdrehzahl der Kupplung 2 zugeführt. Aus dem Istwert dnK_IST wird im Funktionsblock 24 der Absolutwert gebildet. Dieser Absolutwert ist sodann die Eingangsgröße für den Teiler 27 bzw. den Summationspunkt G. Auf den Teiler 27 ist als zweite Eingangsgröße der Sollwert dnK_SW der Differenzdrehzahl der Kupplung 2 geführt. Der Quotient ist auf den Funktionsblock 28, Kennlinie dynamisches Absenken, geführt. Über diese Kennlinie wird bei sehr kleinen Schlupfwerten, z. B. kleiner 10 Umdrehungen, der Eingangswert des Integrierers, Bezugszeichen 31, künstlich vergrößert. Hierdurch wird eine zusätzliche rampenförmige Druckreduzierung erzielt. Der Einsatzpunkt ergibt sich aus dem Verhältnis von Ist- zu Sollwert der Drehzahldifferenz der Kupplung 2.

Die Eingangsgröße Drosselklappeninformation DKI ist das Eingangssignal für ein dT1-Glied, Bezugszeichen 29. Das Ausgangssignal dieses Filters ist sodann das Eingangssignal für die Kennlinie "schnell Öffnen", Bezugszeichen 30. Über diese Kennlinie wird in Abhängigkeit der Lei-

stungswunsch des Fahrers bzw. dessen Gradient bei schneller Gasrücknahme der Eingangswert des Integrierers 31 künstlich vergrößert. Hieraus ergibt sich eine zusätzliche rampenförmige Druckreduzierung. Die Druckreduzierung ist über die Kennlinie veränderbar.

Am Summationspunkt G wird der Sollwert dnK_SW mit dem im Funktionsblock 24 gebildeten Absolutwert des Istwertes der Differenzdrehzahl Kupplung 2 summiert. Das Ergebnis wird sodann parallel zum einen über einen Funktionsblock P-Anteil, Bezugszeichen 25, und zum zweiten über einen I-Anteil, Bezugszeichen 26, geführt. Die Ausgangsgröße des P-Anteils, Bezugszeichen 25, wirkt auf den Summationspunkt H.

Die Ausgangsgröße des Funktionsblockes 26 wirkt auf den begrenzten Integrierer, Bezugszeichen 31. Der Ausgangswert des begrenzten Integrierers 31 wird am Summationspunkt H mit dem Proportional-Anteil aus dem Funktionsblock 25 verknüpft und auf den Funktionsblock 32, Wirkfaktor, geführt. Über den Wirkfaktor wird bestimmt, in welche Richtung das aktuelle Regelmoment wirken soll. Dies ist zur Bestimmung des entkoppelnden Moments MK_ENT notwendig.

In Fig. 4 ist ein erstes Kennfeld $KF1(i)$ des Automatgetriebes 1 dargestellt. Dieses Kennfeld wird für Anfahrgänge, also z. B. dem ersten ($i = 1$) oder dem zweiten ($i = 2$) Gang verwendet. Mittels dieses Kennfelds $KF1(i)$ wird eine gangabhängige Differenzdrehzahl $dn_SWK(i)$ bestimmt. Eingangsgröße des ersten Kennfelds ist die Abtriebsdrehzahl nAB der Kupplung 2 sowie die Drosselklappeninformation DK1. Innerhalb des Kennfelds ist ein durch die beiden Begrenzungslinien F1 und F2 definierter Bereich dargestellt. Die Begrenzungslinie F2 entspricht hierbei dem Drosselklappenwert 0%. Die Begrenzungslinie F1 entspricht dem Drosselklappenwert 100%. Innerhalb dieses Bereichs ist eine Kennlinienschar von mehreren Drosselklappenwerten dargestellt.

Der Ablauf des Verfahrens ist folgendermaßen: Aus dem aktuellen Abtriebsdrehzahlwert nAB der Kupplung 2, hier der Wert $n1$, und dem aktuellen Drosselklappenwert, z. B. 50%, ergibt sich der Betriebspunkt A. Aus diesem wiederum ergibt sich der gangabhängige Differenzdrehzahlwert $dnK_SW(i)$, hier der Wert nA . Zusätzlich ist in Fig. 4 bei einer Abtriebsdrehzahl von 3000 Umdrehungen eine Drehzahlüberhöhung, Punkt B, eingezeichnet. Über diese Drehzahlüberhöhung $n(B)$ wird eine Schwingungsentkopplung zwischen Brennkraftmaschine und Abtrieb des Automatgetriebes 1 erzielt.

Die Lage des Punktes B bzw. der Wert $n(B)$ ist abhängig von der verwendeten Brennkraftmaschine und wird in der Applikationsphase des Automatgetriebes definiert.

In Fig. 5 ist ein zweites gangabhängiges Kennfeld $KF2(i)$ dargestellt. Über dieses zweite Kennfeld $KF2(i)$ wird die Differenzdrehzahl $dn_SW(i)$ für Nicht-Anfahrgänge, also z. B. der fünfte Gang, des Automatgetriebes bestimmt. Die Eingangs- und Ausgangsgrößen entsprechen denen des ersten Kennfelds. Das Kennfeld enthält ebenfalls einen durch die beiden Begrenzungskennlinien F1 und F2 definierten Bereich. Die Begrenzungslinie F2 entspricht 0% und die Begrenzungslinie F1 entspricht 100% Drosselklappeninformation DK1. Auf der Begrenzungslinie F1 ist ein Punkt C eingezeichnet. Diese Drehzahlüberhöhung, Wert $n(c)$, bewirkt, daß die Kupplung im schlupfenden Zustand gehalten wird, so daß eine aktive Schwingungsentkopplung erzielt wird. Innerhalb des Kennfelds ist ein schraffiert gezeichneter Bereich dargestellt. Dieser Bereich dient dem Abwürgeschutz, d. h., bei kleinen Abtriebsdrehzahlen nAB der Kupplung 2 wird diese mit einem definierten Sollwert der Differenzdrehzahl beaufschlagt.

Der Abwürgeschutz kann auch gemäß folgender Beziehung berechnet werden:

$$dnK_SW(i) > NMOT_MIN - nAB$$

$NMOT_MIN$: minimalste Drehzahl der Brennkraftmaschine

nAB : Abtriebsdrehzahl der Kupplung 2.

Das erste Kennfeld $KF1(1)$ mit $i = 1$ oder 2 wird für einen Anfahrang, also z. B. den ersten ($i = 1$), verwendet. Das zweite Kennfeld $KF2(i)$, $i = 3$ bis n , wird für Nicht-Anfahränge, also z. B. den fünften ($i = 5$), verwendet. Für jeden Gang existiert somit ein eigenes Kennfeld. Der Übergang vom ersten $KF1(1)$ auf ein zweites $KF2(i)$ Kennfeld erfolgt während der Lastschaltung des Automatgetriebes 2. Dies bedeutet, daß der Verlauf der Kennlinien gemäß dem ersten Kennfeld $KF1(i)$ aus Fig. 4 über Zwischenkennfelder auf einen Verlauf gemäß der Fig. 5 angenähert wird. Diese Zwischenkennfelder, also z. B. entsprechend dem dritten oder vierten Gang, sind nicht dargestellt.

Die Fig. 6 bis 8 zeigen jeweils über der Zeit: Den Sollwert-Offset $dnLS_SW$, den gangabhängigen Differenzwert $dn_SW(i)$ und den Sollwert der Differenzdrehzahl dnK_SW der Kupplung 2. Die Zeitverläufe sind für den dritten Zustand, d. h. während einer Lastschaltung von einer ersten in eine zweite Übersetzungsstufe des Automatgetriebes, dargestellt. Es wird davon ausgegangen, daß es sich um eine Lastschaltung von einem Anfahrang in einen Nicht-Anfahrang handelt.

In Fig. 7 sind auf der Ordinate zwei Drehzahlwerte $n(B)$ und $n(C)$ aufgetragen. Diese beiden Drehzahlwerte werden gemäß dem ersten Kennfeld $KF1(i)$ aus Fig. 4 bzw. dem zweiten Kennfeld $KF2(i)$ gemäß Fig. 5 bestimmt. Die Umschaltung vom Drehzahlwert $n(B)$ auf den Drehzahlwert $n(C)$ erfolgt bei Änderung des Übersetzungsverhältnisses, in Fig. 7 mit $i1$ und $i2$ bezeichnet. In Fig. 8 ist als durchgezogene Linie ein Zeitverlauf F3 ausgeführt. Dieser Verlauf entspricht der Ausgangsgröße des Funktionsblocks 18, Sollwert-Management, aus Fig. 2. Mit Bezugszeichen F4 ist der mittels des Filters 19 aus dem Verlauf F3 gewonnene Sollwert dnK_SW der Differenzdrehzahl der Kupplung 2 dargestellt. Der Verlauf F3 ergibt sich aus der Addition der Verläufe gemäß Fig. 6 und 7 zu jedem Zeitpunkt.

Zum Zeitpunkt $t1$ wird der Sollwert-Offset $dnLS_SW$ sprunghaft erhöht. Die gangabhängige Differenzdrehzahl $dn_SW(i)$ zum Zeitpunkt $t1$ hat den Wert gemäß Fig. 4, $n(B)$. Hieraus ergibt sich zum Zeitpunkt $t1$ die sprunghafte Erhöhung des Sollwertes zur Differenzdrehzahl dnK_SW der Kupplung 2. Zum Zeitpunkt $t2$ wird vom ersten Kennfeld $KF1(i)$ auf ein zweites Kennfeld $KF2(i)$ umgeschaltet, hieraus ergibt sich ein neuer Drehzahlwert $n(C)$. Der Zeitpunkt $t2$ ist gleichbedeutend mit dem Ende der Gradient-Einstellphase und Beginn der Gleitphase. Die Gleitphase endet zum Zeitpunkt $t3$. Während des Zeitraums $t3$ bis $t4$ erfolgt die Gradient-Abbauphase. Im Zeitraum $t4$ bis $t5$ erfolgt die Schließphase der zuschaltenden Kupplung 33. Zum Zeitpunkt $t5$ wird gemäß Fig. 6 der Sollwert-Offset auf Null reduziert. Hieraus ergibt sich gemäß Fig. 8 ebenfalls eine Reduktion des Sollwertes der Differenzdrehzahl dnK_SW der Kupplung 2.

Im ersten und zweiten Zustand, d. h. im Anfahrvorgang bzw. dem Fahren mit konstanter Übersetzung, entspricht der Sollwert der Differenzdrehzahl dnK_SW der Kupplung 2 dem gangabhängigen Differenzdrehzahlwert $dn_SW(i)$.

Der Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens ist folgendermaßen:

Im ersten Zustand, also im Anfahrvorgang, wird mittels des ersten Kennfelds $KF1(i)$ der gangabhängige Differenzdreh-

zahlwert $dn_SW(i)$ bestimmt. Dieser entspricht dem Sollwert der Differenzdrehzahl dnK_SW der Kupplung 2, da der Sollwert-Offset $dnLS_SW$ Null ist. Mit sich erhöhender Abtriebsdrehzahl nAB der Kupplung 2 wird gemäß Fig. 4 dieser Sollwert reduziert. Hierbei kann, wie bei Fig. 4 ausgeführt, zur Erhöhung des Komfort ein höherer Sollwert eingestellt werden, um eine Schwingungsentkopplung zu erreichen.

Wird nun eine Lastschaltung initiiert, so wird vom ersten Kennfeld KF1(i) auf ein zweites Kennfeld KF2(i) gemäß Fig. 5 gewechselt. Hieraus resultiert dann ein Ablauf gemäß den Fig. 6 bis 8. Während der Lastschaltung wird über das Entkopplungsnetzwerk via zweitem Signalweg dem gesteuerten MK(ST) und geregelten Summenmoment MK(RE)' ein Entkopplungsmoment MLS_ENT der Lastschaltung addiert. Via dem ersten Signalweg wird der zuschaltenden Kupplung ein Entkopplungsmoment MK_ENT der Kupplung 2 addiert.

Bezugszeichenliste

1	Automatgetriebe	
2	Kupplung	
3	erster Regelkreis	
4	zweiter Regelkreis	
5	Sollwert-Vorgabe	
6	Regler	
7	Faktor	
8	Berechnungsblock Massenverhältnis	
9	Absolutwert	
10	Konstante	
11	Sollwert-Vorgabe	
12	Regler	
13	Faktor	
14	Berechnungsblock: Massenverhältnis	
15	Absolutwert	
16	Konstante	
17	Eingangsgrößen	
18	Sollwert-Management	
19	Filter	
20	Trägheitsmoment	
21	Berechnungsblock $d\Omega/dt$	
22	Berechnungsblock	
23, 23A	Faktor	
24	Absolutwert	
25	P-Anteil	
26	I-Anteil	
27	Teiler	
28	Kennlinie dynamisches Absenken	
29	dT_1 -Glied	
30	Kennlinie "schnell Öffnen"	
31	begrenzter Intergrierer	
32	Wirkfaktor	
33	zuschaltende Kupplung bei Lastschaltung	
$dn_SW(i)$	gangabhängige Differenzdrehzahl	
dnK_SW	Sollwert Differenzdrehzahl Kupplung	
dnK_IST	Istwert Differenzdrehzahl Kupplung	
MK(ST)	gesteuertes Moment Kupplung	
MK(RE)	geregeltes Moment Kupplung	
MK_ENT	entkoppelndes Moment Kupplung	
pAK_OFF	Druckoffset Anfahrkupplung	
$pSUM$	summierter Druck	
pAK	Druckniveau Kupplung	
$MDYN_K$	dynamisches Moment Kupplung	
pLS_OFF	Druckoffset Lastschaltung	
nAB	Abtriebsdrehzahl Kupplung	
LS_SW	Sollwert Lastschaltung	
LS_IST	Istwert Lastschaltung	

$MLS(ST)$ gesteuertes Moment Lastschaltung
 $MLS(RE)$ geregeltes Moment Lastschaltung
 $MLS(RE)'$ geregeltes Summenmoment Lastschaltung
 MLS_ENT entkoppelndes Moment Lastschaltung
 5 $MMOT$ Motormoment
 $MDYN_MOT$ dynamisches Motormoment
 DKI Drosselklappeninformation = Laststellung
 $dnLS_SW$ Sollwert-Offset

Patentansprüche

1. Verfahren und Einrichtung zum Steuern und Regeln einer Kupplung (2) in einem Kraftfahrzeugantrieb, bei dem ein elektronisches Steuergerät mittels eines Regelkreises das Verhalten der Kupplung (2) bestimmt, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Steuerung und Regelung der Kupplung (2) während drei Fahrzuständen ein erster Regelkreis (3) verwendet wird, dessen Regelgröße dem Istwert einer Differenzdrehzahl (dnK_IST) der Kupplung (2) äquivalent ist, der erste Zustand einem Anfahrvorgang entspricht, der zweite Zustand dem Fahren mit konstanter Übersetzung ($i = \text{const}$) entspricht und der dritte Zustand dann vorliegt, wenn eine Lastschaltung von einer ersten ($i1$) in eine zweite Übersetzungsstufe ($i2$) eines Automatgetriebes (1) initiiert wird.
2. Verfahren und Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lastschaltung von einer ersten ($i1$) in eine zweite Übersetzungsstufe ($i2$) des Automatgetriebes (1) maßgeblich von einem zweiten Regelkreis (4) bestimmt wird und der erste (3) und zweite Regelkreis (4) über ein Entkopplungsnetzwerk (7, 8, 13, 14) miteinander verbunden sind, wobei das Entkopplungsnetzwerk einen ersten (7, 8) und zweiten Signalweg (13, 14) aufweist.
3. Verfahren und Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Lastschaltung von einer ersten ($i1$) in eine zweite Übersetzungsstufe ($i2$) des Automatgetriebes (1) der erste Regelkreis (3) mittels des Entkopplungsnetzwerkes via erstem Signalweg (7, 8) auf den zweiten Regelkreis (4) einwirkt (MK_ENT) und der zweite Regelkreis (4) mittels des Entkopplungsnetzwerkes via zweitem Signalweg (13, 14) auf den ersten Regelkreis (3) einwirkt (MLS_ENT).
4. Verfahren und Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß während einer Lastschaltung von einer ersten ($i1$) in eine zweite Übersetzungsstufe ($i2$) des Automatgetriebes (1) der zweite (4) auf den ersten Regelkreis (3) ausschließlich in der Lastübernahme-, Gradienteneinstell-, Gleit-, Gradientenabbau- und Schließphase einwirkt.
5. Verfahren und Einrichtung nach einem der vorausgegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckniveau (pAK) der Kupplung (2) sich aus einem Offsetwert (pAK_OFF) und einem Summenwert ($pSUM$) ergibt ($pAK = pAK_OFF + pSUM$), wobei der Summenwert ($pSUM$) maßgeblich aus der Bilanz von gesteuertem ($MK(ST)$) der Kupplung (2), geregeltem Summenmoment ($MK(RE)'$) der Kupplung (2) und entkoppelndem Lastschaltmoment (MLS_ENT) bestimmt wird ($pSUM = f(MK(ST), MK(RE)', MLS_ENT)$).
6. Verfahren und Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das gesteuerte Moment ($MK(ST)$) sich maßgeblich aus dem dynamischen Moment der Kupplung ($MDYN_K$) und dem Motormoment ($MMOT$) bestimmt wird ($MK(ST) =$

f(MDYN_K, MMOT).

7. Verfahren und Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das geregelte Summenmoment (MK(RE)) der Kupplung (2) aus dem dynamischen Motormoment (MDYN_MOT) und einem geregelten Moment (MK(RE)) der Kupplung (2) bestimmt wird.

8. Verfahren und Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das entkoppelnde Lastschaltmoment (MLS_ENT) sich aus einem dynamischen Moment (M_DYN) und einem geregelten Summenmoment (MLS(RE)) sowie einem Massenverhältnis Motor/Automatgetriebe (14) und einem Faktor (13) ergibt.

9. Verfahren und Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das entkoppelnde Moment (MK_ENT) der Kupplung (2) sich aus der Summe von dynamischem Motormoment (MDYN_MOT) und geregeltem Moment (MK(RE)) der Kupplung (2) sowie einem Massenverhältnis Motor/Automatgetriebe (8) und einem Faktor (7) ergibt.

10. Verfahren und Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das geregelte Moment (MK(RE)) maßgeblich aus dem Soll-/Ist-Vergleich der Drehzahldifferenz (dnK_SW, dnK_IST) der Kupplung (2) und einer Leistungsvorgabe (DKI) eines Fahrers mittels eines Reglers (6) bestimmt wird.

11. Verfahren und Einrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler (6) einen begrenzten Integrator (31) beinhaltet, wobei dem Integrator (31) als Eingangsgrößen die Regelabweichung aus dem Soll-/Ist-Vergleich der Drehzahldifferenz (dnK_SW, dnK_IST) der Kupplung (2), die Verstellgeschwindigkeit der Leistungsvorgabe (DKI) und dem Verhältnis Ist- zu Sollwert der Differenzdrehzahl (dnK_IST/dnK_SW) der Kupplung (2) zugeführt wird.

12. Verfahren und Einrichtung nach einem der vorausgegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für alle drei Zustände sich der Sollwert der Differenzdrehzahl (dnK_SW) der Kupplung (2) aus der Addition eines Sollwert-Offset (dnLS_SW) und einer gangabhängigen Differenzdrehzahl (dn_SW(i)) der Kupplung (2) ergibt.

13. Verfahren und Einrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die gangabhängige Differenzdrehzahl (dn_SW(i)) für einen Anfahrgang des Automatgetriebes über ein erstes Kennfeld (KF1(i), i = 1, 2) bestimmt wird, wobei dieses eine Zuordnung von Leistungsvorgabe des Fahrers (DKI) und Abtriebsdrehzahl (nAB) der Kupplung (2) darstellt.

14. Verfahren und Einrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die gangabhängige Differenzdrehzahl (dn_SW(i)) für Nichtanfahrgänge des Automatgetriebes über zweite Kennfelder (KF(i), i = 3, ..., n) bestimmt wird, wobei diese eine Zuordnung von Leistungsvorgabe des Fahrers (DKI) und der Abtriebsdrehzahl (nAB) der Kupplung (2) darstellt.

15. Verfahren und Einrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß im dritten Zustand der Sollwert-Offset der Differenzdrehzahl (dnLS_SW) der Kupplung (2) während der Lastschaltung von einer ersten (i1) in eine zweite Übersetzungsstufe (i2) des Automatgetriebes (1) in der Lastübernahme- oder Gradienteneinstellphase erhöht und mit Beendigung der Schiebphase wieder reduziert wird.

16. Verfahren und Einrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Umschaltung von erstem Kennfeld (KF1) auf ein zweites Kennfeld (KF(i))

während der Lastschaltung am Ende der Gradienteneinstellphase erfolgt.

17. Verfahren und Einrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit (v) kleiner einem Grenzwert (GW) eine erhöhte Differenzdrehzahl (dn_SW(i)) der Kupplung als Abwürgeschutz über das jeweilige zweite Kennfeld (KF(i)) eingestellt wird.

18. Verfahren und Einrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß im zweiten Zustand bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit (v) kleiner einem Grenzwert (GW) eine erhöhte Differenzdrehzahl (dn_SW(i)) der Kupplung als Abwürgeschutz gemäß folgender Beziehung berechnet wird:

$$\text{dn_SW}(i) > \text{NMOT_MIN} - n\text{AB}$$

NMOT_MIN: Minimalste Drehzahl Brennkraftmaschine

nAB: Abtriebsdrehzahl der Kupplung (2).

19. Verwendung des Verfahrens und der Einrichtung zum Steuern und Regeln einer Kupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 18 in einem automatisch lastschaltbaren Stufengetriebe für ein Kraftfahrzeug.

20. Verfahren und Einrichtung zum Steuern und Regeln einer Kupplung (2) in einem Kraftfahrzeugantrieb, bei dem ein elektronisches Steuergerät mittels eines Regelkreises das Verhalten der Kupplung (2) bestimmt, dadurch gekennzeichnet, daß zur Steuerung und Regelung der Kupplung (2) während drei Fahrzeugzuständen ein erster Regelkreis (3) verwendet wird, dessen Regelgröße dem Istwert einer Differenzdrehzahl (dnK_IST) der Kupplung (2) äquivalent ist, der erste Zustand einem Anfahrvorgang entspricht, der zweite Zustand dem Fahren mit konstanter Übersetzung (i = const) entspricht und der dritte Zustand dann vorliegt, wenn eine Verstellung der Übersetzung von einer ersten (i1) in eine zweite Übersetzungsstufe (i2) eines Automatgetriebes (1) initiiert wird.

21. Verwendung des Verfahrens und der Einrichtung zum Steuern und Regeln einer Kupplung nach Anspruch 20 in einem automatischen Stufengetriebe mit Zugkraftunterbrechung beim Schalten für ein Kraftfahrzeug.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

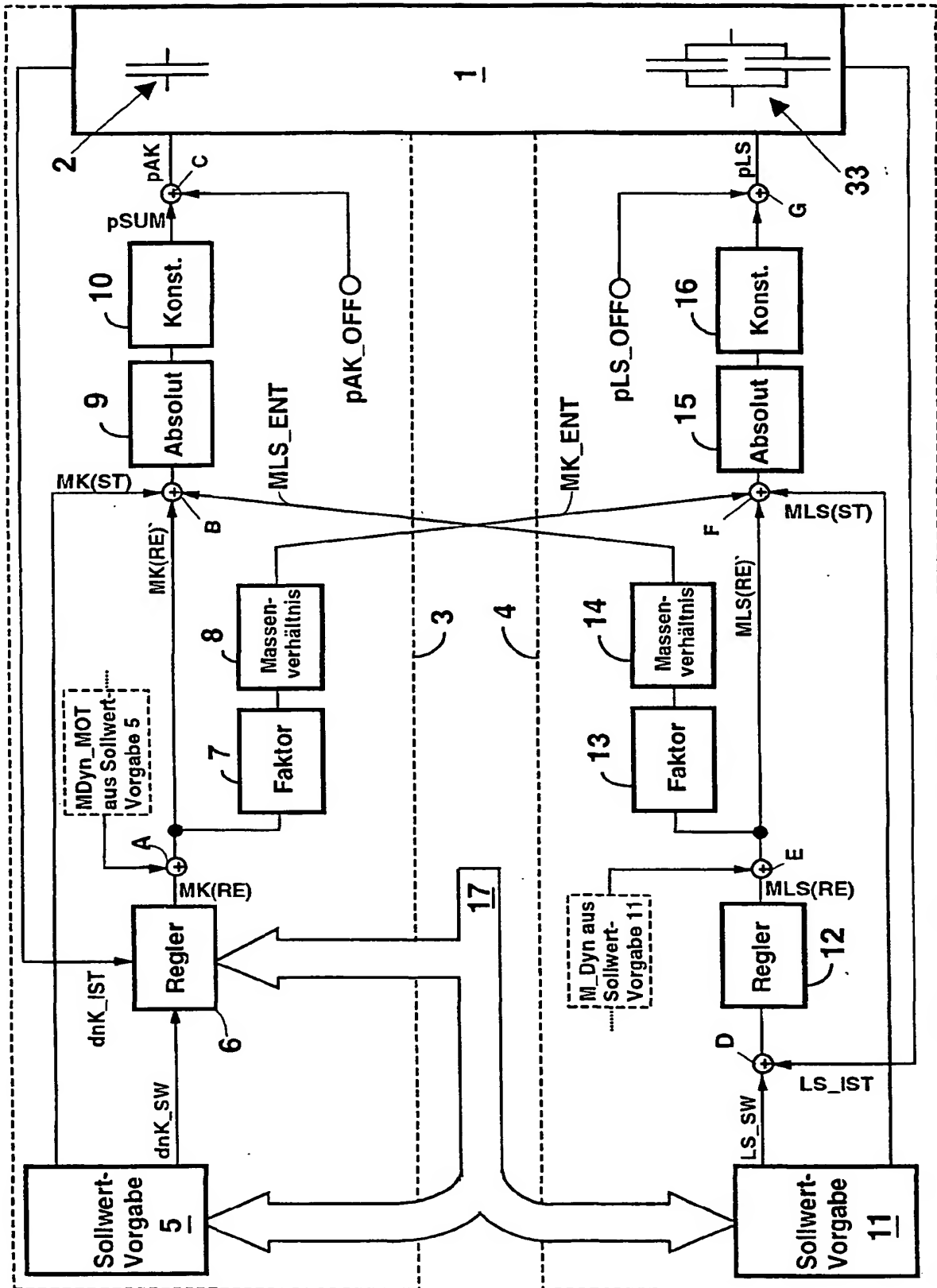


Fig. 1

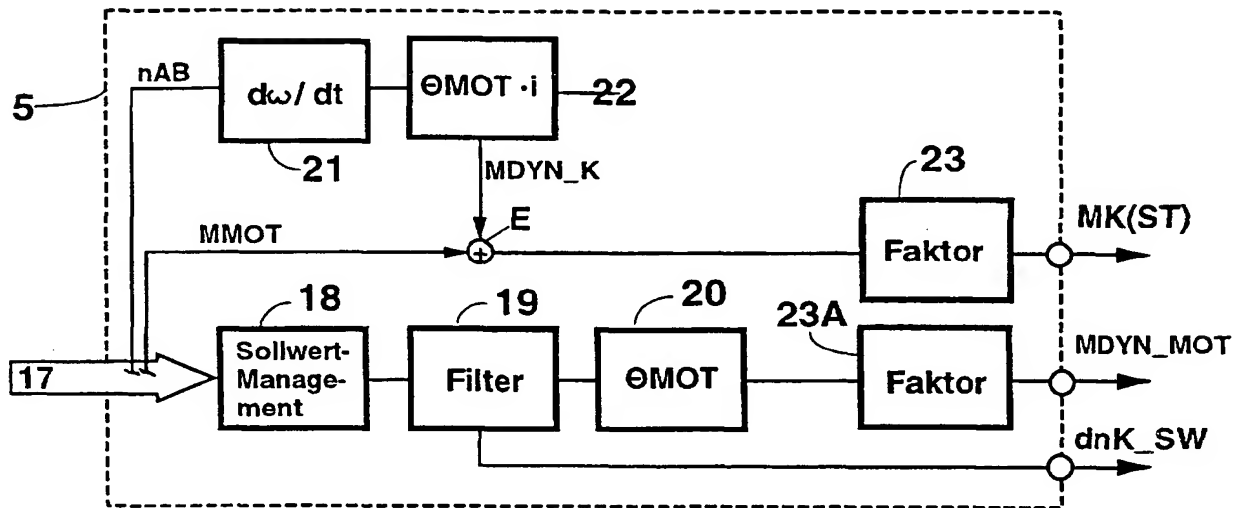


Fig. 2

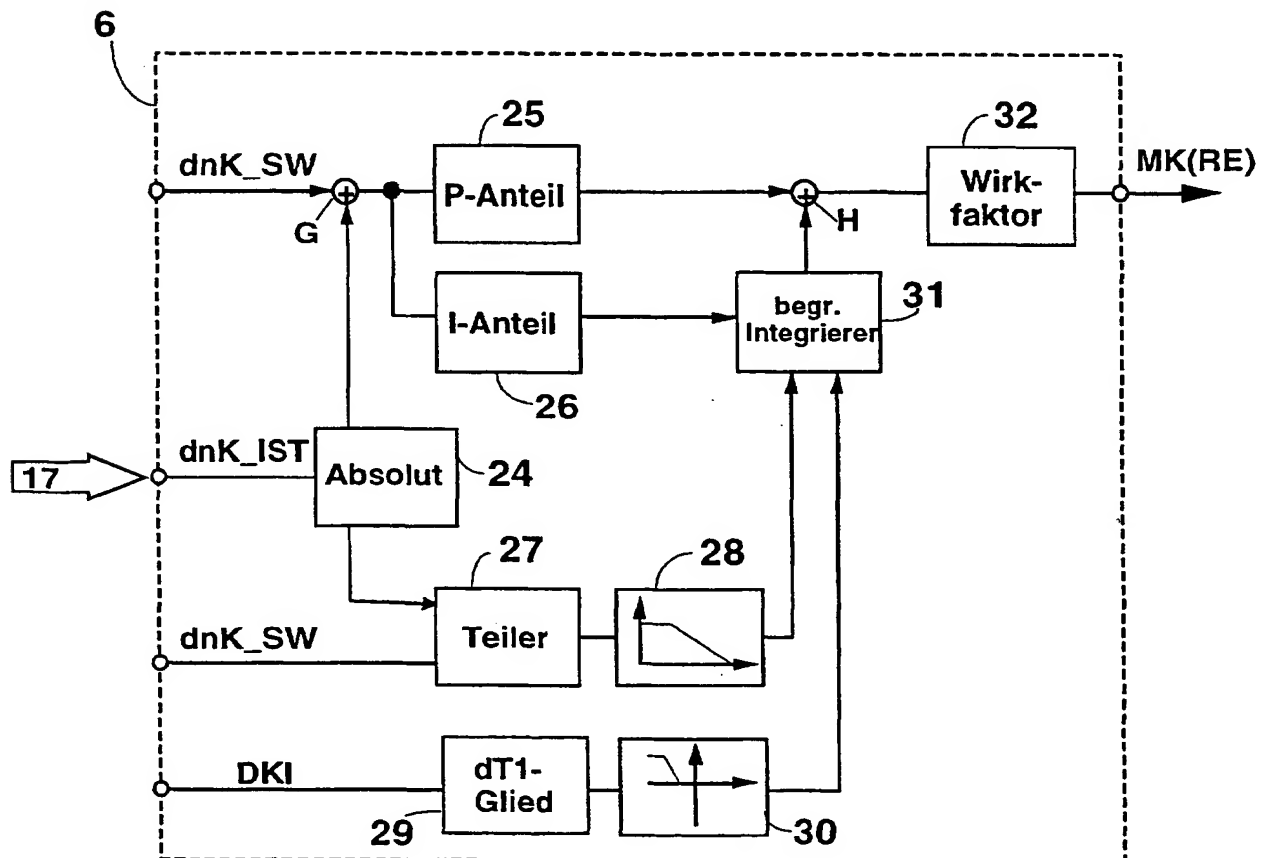


Fig. 3

